

Návrh multifunkčního volantu vozu Formula Student

Design of Formula Student Multifunction Steering Wheel

Student:

Kristýna Kutiová

Vedoucí práce:

Ing. Jakub Šmirus

Datum odevzdání:

19. 5. 2014

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Zadání bakalářské práce

Student: **Kristýna Kutiová**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R003 Dopravní technika a technologie
Téma: **Návrh multifunkčního volantu vozu Formula Student**
Design of Formula Student Multifunction Steering Wheel

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Rozbor problematiky týkající se volantů formulových vozů a soutěže FSAE
3. Návrh konstrukce volantu pro vůz Formula Student
4. Řešení požadavku rychlého upínání volantu a instalace dashboardu
5. Zhodnocení a doporučení
6. Závěr

Seznam doporučené odborné literatury:

Milliken W., Milliken D. J.: Race Car Vehicle Dynamics Warrendale, USA, 1995. ISBN 0-8376-0142-8.

VLK, František. Podvozky motorových vozidel. 3. přeprac., rozš., aktualiz. vyd. Brno: František Vlk, 2006, 464 s. ISBN 80-239-6464-X.


Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jakub Šmíraus**

Datum zadání: 17.02.2014

Datum odevzdání: 19.05.2014




doc. Ing. Aleš Slíva, Ph.D.
vedoucí katedry


doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce, Ing. Jakuba Šmiraše, za použití odborné literatury a odborných zdrojů, které jsou všechny uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

V Ostravě 19. 5. 2014

Kristýna Kulán
.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byla seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 19.5. 2019

Kristýna Kutiová

Podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Kristýna Kutiová

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Na Výsluní 1274, Orlová Lutyně, 735 14

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

NÁVRH MULTIFUNKČNÍHO VOLANTU VOZU FORMULA STUDENT

Student: Kristýna Kutiová
Studijní obor: Dopravní technika a technologie
Vedoucí práce: Ing. Jakub Šmirus

Anotace:

KUTIOVÁ, Kristýna. *Návrh multifunkčního volantu vozu Formula Student: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2014, Počet stran: 52. Vedoucí práce: Ing. Jakub Šmirus.

Bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem multifunkčního volantu vozu Formula Student. V první části se zabývá rozbořením volantů formulových vozů a výběrem vhodného polotovaru pro základ multifunkčního volantu. Dále je popsán výběr vhodných spínačů pro start a stop motoru, rychlospojky a také kabelového svazku. Obsahuje návrh instalace dashboardu do volantu a instalace spínačů do dashboardu. Součástí práce jsou také modely volantu s dashboardem, spínači a rychloupínacím zařízením. Výkresová dokumentace k podložce pro dashboard byla použita pro její výrobu a montáž. Hlavním cílem této práce bylo vytvořit funkční multifunkční volant, který byl následně použit pro vůz Formule Student.

Klíčová slova:

Volant, Formule SAE, Formule Student, Dashboard, Volant formule, Multifunkční volant

VSB – Technical University of Ostrava
Faculty of Mechanical Engineering
Institute of Transport

DESIGN OF FORMULA STUDENT MULTIFUNCTION STEERING WHEEL

Student: Kristýna Kutiová
Specialisation of study: Dopravní technika a technologie
Supervisor: Ing. Jakub Šmíraus

Abstract:

KUTIOVÁ, Kristýna. *Design of Formula Student Multifunction Steering Wheel: Bachelor Thesis*. Ostrava: VSB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2014, Number of pages: 52. Supervisor: Ing. Jakub Šmíraus.

This bachelor thesis deals with the structural design of the multifunction steering wheel of the Formula Student car. The first parts deals with the analysis of steering wheels of the formula's cars and choosing a suitable semi-finished product for the base of the multifunction steering wheel. Then it describes selection of appropriate switches to start and stop the engine, quick release and wiring bundle. It contains design of completing the dashboard and steering wheel and also installing the switches in the dashboard. Part of this thesis are also models of the steering wheel, dashboard, switches and quick release created in Autodesk Inventor. Drawings to the holder of the dashboard was used for its manufacture and assembly. The essential objective of this thesis was to create a functional multifunction steering wheel, which was subsequently used for a Formula Student car.

Key words:

Steering Wheel, Formule SAE, Formule Student, Dashboard, Steering Wheel of the Formula Car, Multifunction Steering Wheel

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Jakubu Šmirausovi za metodickou a pedagogickou pomoc i další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat celému týmu Formula Student VŠB TU Ostrava, který přispěl radami při výběru jednotlivých komponentů a také chci poděkovat rodině, která mi umožnila studium a podporovala mě v něm.

V Ostravě, dne:

OBSAH

1	Úvod.....	1
2	Multifunkční volanty formulových vozů.....	2
2.1	Formule 1	2
2.2	Představení formule SAE.....	7
2.3	Shrnutí pravidel formule SAE	8
2.4	Soutěžní disciplíny Formule SAE	11
2.5	Hodnocení Formule SAE.....	12
3	Návrh konstrukce volantu pro vůz Formula Studnet.....	13
3.1	Požadavky kladené na konstrukci volantu dle pravidel FSAE	13
3.2	Požadavky na konstrukci volantu ze strany týmu FSAE VŠB Ostrava.....	15
3.3	Cíle a očekávané výstupy.....	15
3.4	Využití počítačových her při návrhu koncepce volantu	15
3.5	Volba uspořádání ovládacích prvků multifunkčních volantů	17
4	Rychlé upínání volantu a instalace dashboardu.....	21
4.1	Rychlé upínání volantu	21
4.2	Dashboard	24
4.3	Funkce vlastní diagnostiky	28
4.4	Uchycení dashboardu k volantu.....	29
4.5	Propojení dashboardu s palubní sítí vozidla	29
5	Spínače pro start a zhasnutí motoru.....	30
5.1	Schématické zapojení spínačů	34
6	Zhodnocení.....	38
7	Závěr.....	40
8	Literatura.....	41
9	Seznam obrázků a tabulek.....	43
10	Seznam příloh.....	44

1 ÚVOD

Pokud máme začít mluvit o přístrojových deskách, nelze opomenout jejich účel v starších autech. V těchto automobilech přístrojové desky obsahovaly nejen informace o správném chodu vozidla, jak je tomu dnes, ale také jednotlivé položky, které si musel řidič sám hlídat, aby automobil fungoval správně, či aby nedošlo k jeho poškození. U moderních automobilů se o správný chod vozidla starají přístroje v kombinaci s řídicími jednotkami. To má vliv na bezpečnost provozu, poněvadž se řidič může plně věnovat řízení a dopravní situaci a nemusí hlídat další údaje.

U závodních vozidel jde hlavně o to, získat pokud možno co největší výkon. Řídicí jednotka nechává na řidiči nejen ovládání vozu a řazení jednotlivých převodových stupňů, ale také kontrolu a možnost úpravy stavu většiny zařízení, které mají jakýkoliv vliv na jízdu vozidla. Vše musí být řidiči sděleno rychle, srozumitelně a hlavně přehledně.

Do projektu Formula Student jsou zapojeni studenti VŠB různých kateder a pod dohledem konzultantů tvoří vývojový tým. Členy tohoto týmu tvoří převážně studenti Institutu dopravy patřící pod Fakultu strojní. Kromě Institutu dopravy se na projektu podílí také Katedra mechaniky, Katedra hydromechaniky a hydraulických zařízení, Katedra pružnosti a pevnosti, Katedra výrobních strojů a konstruování, Katedra obrábění a montáže, Katedra částí a mechanismů strojů a Katedra automatizační techniky a řízení. Konečný výsledek ponese jméno Dark Angel.

Tato bakalářská práce se zabývá studií multifunkčních volantů pro závodní vozy formulového typu, návrhem volantu, spojovací části volantu a sloupku řízení s funkcí rychlého odepnutí a kabelovým propojením volantu s palubní sítí vozidla. To vše podle platných pravidel SAE 2013.



Obrázek 1: Celkový pohled na studentskou formuli VŠB [1]

2 MULTIFUNKČNÍ VOLANTY FORMULOVÝCH VOZŮ

Multifunkčním volantem se rozumí volant, na němž je možné nalézt vícero ovládacích, popř. i informativních prvků. Mezi ovládací prvky můžeme uvést jako příklad tlačítko pro start a vypnutí motoru, páku spojky či spínač pro kontrolu trakce. Informativním prvkem mohou být diody symbolizující otáčky motoru, ty mají za úkol informovat řidiče o tom, kdy je vhodné přehradit. Dalším informativním prvkem může být LCD displej zobrazující zařazený převodový stupeň, rychlost vozu a další informace.

Vzorů, jak by měl vypadat multifunkční volant, je spousta. Je však důležité se zamyslet nad tím, v čem bude volant použit a co vše musí splňovat. Volant pro vozy Formula Student se nechává inspirovat volanty vozů Formule 1. Přestože se tyto volanty budou značně lišit, několik podobností tady lze najít.

2.1 Formule 1

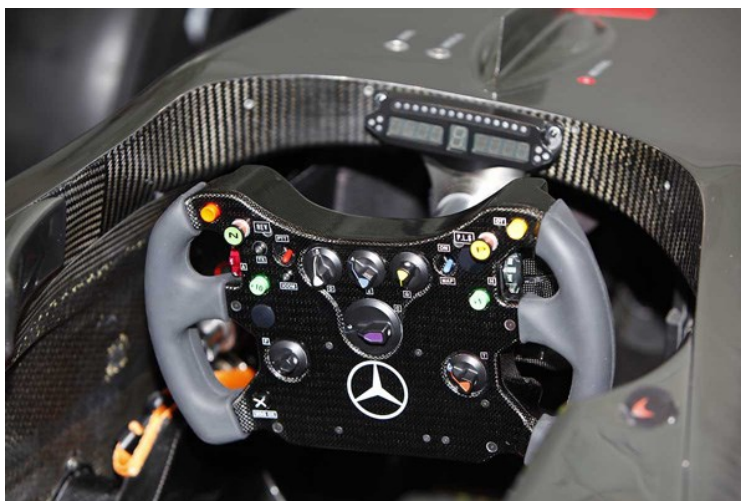
Pokud začnete přemýšlet o multifunkčním volantu, jako první by vás měl napadnout volant Formule 1. Závody vozů Formule 1 odstartovaly vývoj multifunkčních volantů. Volanty jednotlivých stájí F1 se liší, rozdíly jsou nejpatrnější v rozmístění ovládacích prvků. Dnes už jsou vesměs u všech volantů otáčky znázorňovány pomocí LED diod, zařazený rychlostní stupeň a ostatní data na 7 segmentovém displeji – pro názornost je na brázku č.2 zobrazen volant Williams FW 30 z roku 2009. U jiných volantů můžete vidět tyto prvky nahrazeny LCD displeji, popř. kombinací těchto prvků.



Obrázek 2: Volant Williams FW30 (2009) [4]

Zobrazovací panely nemusí být vždy umístěny na volantu. Mohou být i na jiných místech, kde budou stále dobře čitelné, např. na přední části kokpitu. V takovémto případě jsou na volantu jen ovládací a nastavovací prvky. Tento případ je vidět na obrázku č. 3. Ale toto rozložení není nejvhodnější z důvodu, že při průjezdu zatáčkou si jezdec informační panel zakrývá rukama, kterými drží volant.

Otázkou je, které rozložení je pro jezdce lepší a při nových návrzích se vždy hledí na jejich zpětnou vazbu. Názorným příkladem může být stáj McLaren. Na obrázku č. 3 je volant Louise Hamiltona z roku 2009, po jeho zhodnocení došlo pro sezónu následujícího roku k přemístění ovládacích i informačních prvků. Volant pro sérii závodů roku 2010 lze vidět na obrázku č. 4.



Obrázek 3: Volant stáje McLaren (2009) [5]



Obrázek 4: Volant stáje McLaren (2010) [5]

Je důležité, aby pilot perfektně znal volant, aby věděl, kde přesně se který ovládací prvek nachází. Na volantu je těchto ovládacích prvků velká spousta a řidič je upravuje během testování i během samotného závodu, přičemž na změnu nastavení má jen pár desetin sekundy. Na obrázcích číslo 5 a 6 jsou popsány ovládací prvky volantů z různých let.



Obrázek 5: Rozmístění ovládacích prvků F1 stáje BMW – Nick Heidfield (2008) [6]

1. Pit lane speed limiter – omezovač rychlosti v boxové uličce
2. Differential (+) – samosvornost diferenciálu (+)
3. Engine push – režim motoru
4. Gear upshift – řazení nahoru
5. Traction control (+) – kontrola trakce (+)
6. Engine push setting switch – přepínač nastavení motoru
7. Clutch lever – páka spojky
8. Traction control – kontrola trakce
9. Team info inlap – týmové informace
10. Burn out – vyhoření
11. Multifunctional switch – multifunkční ovladač

12. Lambda – lambda
13. Diagnostic – diagnostika
14. Wing angle info switch – informace o nastavení spoilerů
15. Clutch – spojka
16. Differential selective switch – volič diferenciálu
17. Team radio – týmové rádio
18. Traction control (-) – kontrola trakce
19. Gear downshift – podřazení
20. Engine break – vypnutí motoru
21. Differential (-) – samosvornost diferenciálu (-)
22. Neutral – neutrál
23. Display page change – změna údajů na displeji [7]

Téměř každoročně se mění pravidla Formule 1 a s nimi i využití nových systémů ve vozidle, tudíž se rozšiřuje i počet činností, které musí piloti v průběhu jízdy zvládat. Abych ukázala, jaké rozdíly v ovládání to s sebou nese, je na obrázku číslo 6 pro porovnání vložen popis volantu z roku 2009.

Záměrně jsem pro porovnání zvolila volanty, které se používaly v roce 2006 a 2009, aby byl rozdíl viditelný na první pohled.

Na volantu z roku 2006 je pouze 23 akčních členů, zatímco na volantu z roku 2009 jich je 29. To z důvodu, že přibýly systémy, jako jsou KERS (KERS je zkratka pro Kinetic Energy Recovery Systems = rekuperace kinetické energie, kdy se využívá kinetické energie, která je vytvářena při brzdění vozu a tato energie může být využita k posílení následné akcelerace), nebo nastavitelné přední křídlo. Tyto systémy byly v roce 2006 pouze ve vývoji. Na popud vedení závodů bylo přidáno také tlačítko pro výjezd Safety Caru. To z důvodu, že stisknutí tlačítka je mnohem rychlejší, než volání týmu.

Velmi nápadná je také změna displeje, i když stále zobrazují stejné informační prvky. Na volantu z roku 2006 je viditelný poměrně velký LCD displej, na kterém jsou zobrazovány informace jako např. zařazený rychlostní stupeň. Indikátor řazení a informace od FIA jsou zde zobrazeny pomocí LED diod. Na volantu z roku 2009 LCD displej téměř úplně zmizel. Co zde zůstalo velmi podobné, je rozmístění a účel LED diod pro indikaci řazení a pro informace od FIA. Víceúčelový displej, jehož prioritou je zobrazení zařazeného rychlostního stupně se značně zmenšil a transformoval se do úzkého pásu.



Obrázek 6: Volant BMW F1.09 - Nick Heidfeld (2009) [3]

1. Informace od FIA pro řízení průběhu závodu (například nehoda na trati)
2. Otáčky motoru – Zobrazení pomocí 15 LED diod tří různých barev
3. Víceúčelový displej (otáčky motoru, časy, rychlost, pozice, atd.)
4. Neutrál (obvykle, pro zastávku v boxech) – vyřazení rychlosti
5. W - Aktivace předního křídla
6. Více-účelové tlačítko
7. K - KERS tlačítko
8. - posun předvoleb dolů na víceúčelovém displeji
9. + posun předvoleb nahoru na víceúčelovém displeji
10. Ack – potvrzení
11. PL – omezení rychlosti na maximální povolenou rychlost v boxech
12. BB - bilance brzd
13. R - radio komunikace
14. Pit box – tlačítko pro zastávku v boxech
15. SC – mód se Safety carem
16. D – vstříkne nápoj do úst řidiče
17. Pr – tlačítko signalizující problém
18. Nastavení diferenciálu
19. Nastavení diferenciálu
20. Nastavení diferenciálu
21. Informace do boxů
22. Přepínač mezi volbami: KERS, předním křídlem, RPM

23. Přizpůsobení podle používaných pneumatik
24. Nastavení přitlaku předního křídla
25. Nastavení pedálů
26. Nastavení palivové směsi
27. Řazení rychlostí nahoru
28. Řazení rychlostí dolů
29. Spojka [3]

Z obrázků je viditelné, že volant z roku 2009 se oproti volantu z roku 2006 rozměrově neliší. Existuje pro to jednoduché vysvětlení - velikosti kokpitu, kdy se větší volant do formule už prostě nevejde.

Při vývoji je tedy nutné dbát na zpětnou vazbu a požadavky pilota formule, aby mu ovládání bylo přirozené, ale také je kladen důraz na druh ovladačů. Kdyby měl mít každý ovladač pouze stiskací tlačítko, muselo by jich být mnohem více a nebylo by možné je všechny na volant vměstnat. Proto na volantech přibývá stále více otočných přepínačů.

Veškeré komponenty, i ty nejmenší části ve Formuli 1, jsou dlouhodobě vyvíjeny a testovány, jsou vyrobené z nejlepších dostupných materiálů, u kterých jsou požadavky převážně na pevnost a flexibilitu. Z těchto důvodů je více než jasné, že cena každé součásti vozu je velmi, velmi vysoká. A volant není výjimkou. Je vyroben z karbonových vláken, hliníku, titanu, ocele, gumy a plastů. Díky těmto materiálům celý volant váží jen přibližně 1 kg a výroba jednoho kusu volantu trvá asi 100 hodin. Přesná elektronika v karbonové skořápce vede k extrémní pořizovací ceně. V roce 2009 se cena pohybovala okolo 900 000 Kč a v roce 2013 už byla cena volantu na 1,5 milionu korun. V průběhu sezóny každý tým vyrábí minimálně pět volantů pro každého z dvojice pilotů. Zajímavostí je, že volant patří mezi nejstřeženější části vozů Formule 1.

2.2 Představení Formule SAE

Formule SAE je mezinárodní studentská soutěž organizovaná SAE International (SAE je zkratkou Society of Automotive Engineers). Této soutěže se mohou účastnit zástupci světových univerzit. První ročník proběhl v roce 1978 pod původním názvem SAE Mini Indy [1]. Formule SAE dává studentům možnost zkonstruovat vlastní závodní vůz, kde mohou využít a realizovat své nápady.

Přihlášené týmy mají za úkol postavit vozidlo formulového typu, které musí být navrženo a zkonstruováno podle platných pravidel pro daný ročník. Dále se pak týmy s těmito vozy účastní testování a soutěžních závodů, přičemž cílem je dosáhnout nejlepších možných výsledků a získání zkušeností.

Důležitým zdrojem námětů a informací pro stavbu formule SAE na VŠ Báňské – Technické univerzitě v Ostravě, resp. Institutu dopravy jsou převážně vozidla týmů různých univerzit a zemí. Formule SAE dává studentům možnost zkonstruovat vlastní závodní vůz, kde mohou studenti využít a realizovat své nápady.

Pro pohon studentské formule byl zvolen motor Yamaha FZ6, jehož zdvihový objem je 599 cm^3 , maximální výkon 88 kW při 1300 ot/min a maximálním točivém momentu 68 Nm při 11 500 ot/min. Motor je vodou chlazený řadový čtyřválec se dvěma vačkovými hřídeli uloženými v hlavě válců, které jsou poháněny řetězem a se čtyřmi ventily připadajícími na válec.



Obrázek 7: Formule SAE Univerzity Texas v Arlingtonu [9]

2.3 Shrnutí pravidel Formule SAE

Jako každá motoristická soutěž má i formule SAE svá pravidla, která je potřeba dodržovat. Pravidla pevně ohraničují možnosti použité techniky a materiálů, čímž zajišťují aktivní i pasivní bezpečnost při závodě, popisují jednotlivé disciplíny a udávají další omezení. Pravidla Formule SAE má ve své kompetenci komise Formule SAE (Formula SAE Rules Comitee), která pravidla navrhuje. Kromě návrhu pravidel

se komise zabývá také jejich platností, změnami, dodržováním a případně podanými protesty.

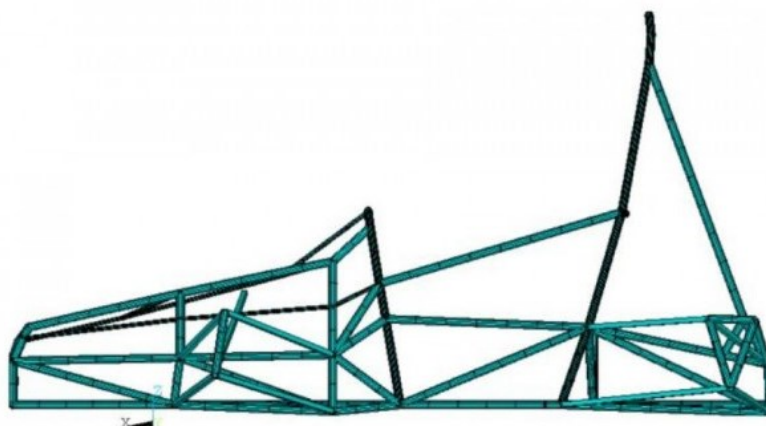
Konfigurace vozidla

Vozidlo musí být formulového typu, musí mít čtyři kola, která nejsou krytá, nejsou v přímé linii a při pohledu ze strany musí být volná. V karoserii nesmí být žádné jiné otvory, než ty, díky kterým se řidič dostane dovnitř a minimální otvory okolo componentů zavěšení předních kol. Rozvor vozidla musí být nejméně 1525 mm a měří se od středu dotyku předních a zadních pneumatik se zemí, přičemž kola musí být natočena rovně.

Další definice

Primární struktura se skládá z rámu:

- hlavní oblouk
- přední oblouk
- výztuha z válcového oblouku a podpory
- struktura proti bočnímu nárazu
- přední přepážka
- systém podpory přední přepážky
- všechny členy rámu, příček a podpor, které přenášejí zatížení ze zádržného systému řidiče (Driver's Restraint System).



Obrázek 8: Primární struktura rámu [1]

Motor

Motor musí být pístový, čtyřdobý se zdvihovým objemem do 610 cm^3 . Restriktor (omezovač průtoku) musí být namontován po proudu a proti proudu plynu u každého kompresoru, přičemž nesmí být větší než 20 mm pro benzínové motory a 19 mm pro ethanolové motory. U valné většiny vozů FSAE udržuje omezovač výkon motoru pod 100 koní. Z těchto důvodů a vzhledem k dostupnosti jsou nejčastěji používány motory ze sportovních motocyklů.

Zavěšení

Zavěšení není nijak omezeno, pokud není v rozporu s bezpečnostními předpisy. Většina týmů volí nezávislé zavěšení kol.

Hmotnost

V pravidlech nejsou určena žádná hmotnostní omezení, avšak většina studentských formulí váží do 230 kg. Studenti se snaží regulovat hmotnost z důvodů výkonu, akcelerace i spotřeby paliva. Hmotnost vozu se dá regulovat např. pomocí zvolených materiálů. Často používanými materiály jsou lehké slitiny hliníku či hořčíku. Některé týmy dokonce přistupují k použití karbonových vláken, která jsou sice velmi lehká, ale také drahá.

Bezpečnost

Většina předpisů se týká bezpečnosti. Auta musí mít dvě ocelové obruče dané tloušťky a slitiny, bez ohledu na zbytek podvozku. Vpředu formule musí být atenuátor, jehož tlumicí schopnosti musí být testovány. Vozy musí mít dva hydraulické brzdové okruhy, pětibodové pásy, z vozidla nesmí unikát kapaliny a mezi palivem, chladicí kapalinou, olejovým vedením a řidičem nesmí být přímý kontakt.

2.4 Soutěžní disciplíny Formule SAE

Formule Student soutěží hned v několika disciplínách. Výsledky v těchto disciplínách jsou následně hodnoceny bodovou stupnicí.

Maximální zrychlení

Jak už název napovídá, touto zkouškou se měří maximální zrychlení formule, přičemž se měří čas potřebný na přejetí 75 m dlouhé dráhy. V průběhu zkoušky se sleduje následující:

- výkon motoru
- řiditelnost
- odpružení

Závod na krátké trati

Test probíhá na úzké trati a bez ostatních vozů, aby nepřekážely. Testuje se ovladatelnost vozidla, akcelerace, brzdění a průjezd zatáčkou.

Vytrvalost a spotřeba paliva

Test probíhá na zkušební dráze s délkou 22 km. V průběhu testu je nutná výměna řidiče. Smyslem zkoušky je vytrvalostní jízda se zaměřením na:

- výdrž
- úspornost vozidla
- celkovou spotřebu paliva

Během testu dojde k výměně řidiče a poté se pozoruje, jak je formule schopná přizpůsobit se změně stylu jízdy.

Jízda po kruhové zkušební dráze

Účelem tohoto testu je zjistit, jak se bude formule chovat při průjezdu zatáčkou. Měří se čas potřebný pro projetí pravotočivé, nebo levotočivé kruhové dráhy. Měření

se zabývá hlavně odpružením vozu a jeho nastavitelností, při které se dosáhne maximální přilnavosti vozidla.

2.5 Hodnocení Formule SAE

Vozy Formule SAE se hodnotí v několika kategoriích:

- technická prohlídka
- cena
- konstrukce
- prezentace
- design
- okruhové zkoušky
- předvedení jízdy

Celkové hodnocení je pak součtem bodů získaných v jednotlivých kategoriích. Úspěšnost koncepce vozidla vychází z celkového hodnocení.

Maximální hodnocení – statické soutěže:

- | | |
|----------------------|-----|
| – Technická kontrola | - |
| – Prezentace | 75 |
| – Konstrukce | 150 |
| – Cenová relace | 100 |

Maximální hodnocení – dynamické soutěže:

- | | |
|---------------------|-----|
| – Akcelerace | 75 |
| – Brzda | 50 |
| – Jízdní vlastnosti | 150 |
| – Spotřeba paliva | 50 |
| – Odolnost vozu | 350 |

Celkem	1000
---------------	-------------

3 NÁVRH KONSTRUKCE VOLANTU PRO VŮZ FORMULA STUDENT

Návrh konstrukce volantu se řídí pravidly a požadavky FSAE. Tyto pravidla ale nejsou jediná, která jsem musela dodržet. Ze strany týmu na mě byly také kladeny určité požadavky, kterým jsem musela vyhovět.

3.1 Požadavky kladené na konstrukci volantu dle pravidel FSAE

- volant musí být mechanicky spojen s koly, elektricky ovládané řízení a řízení „steer-by-wire“ jsou zakázány
- volant musí být možné sundat bez jakýchkoli nástrojů pouze rukama s nasazenými rukavicemi
- maximální vůle řízení je 7°
- volant musí mít souvislý obvod v kruhovém či oválném tvaru, tzn., že volant může mít rovné části, jen ne konkávní části. Tvary „H“ nejsou povoleny.
- nejvyšší část předního oblouku nesmí být nižší, než horní část volantu v jakékoliv poloze jeho natočení
- přední oblouk nesmí být vzdálen od volantu více než 250 mm. Tato vzdálenost se měří ve vodorovné poloze na ose vozidla, od zadní části předního oblouku k nejpřednější části věnce volantu s koly natočenými rovně.

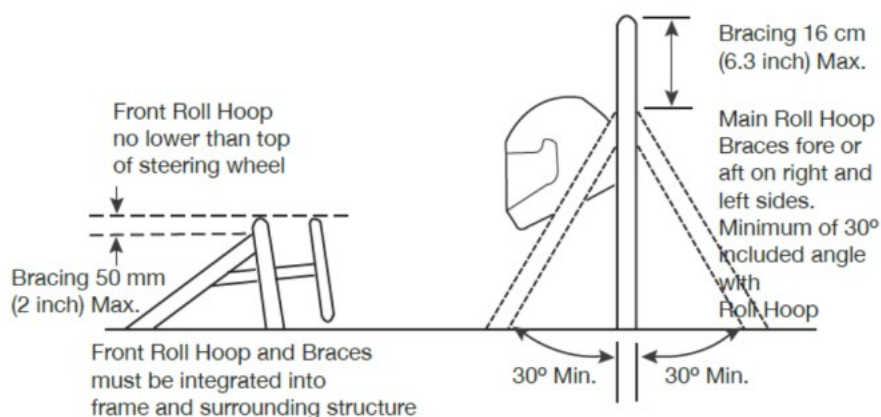


FIGURE 3

Obrázek 9: Pohled na koncepci formule [10]

- hlavní vypínač:
 - a) musí být umístěn tak, aby jej řidič mohl snadno ovládat i ve stavu nouze nebo v panické situaci.
 - b) musí být v dosahu zapásanému řidiči – vedle volantu a to bez toho, aby volant, či jakákoliv jiná část překážela při manipulaci s ním. Doporučuje se umístění na stejnou stranu jako řadící mechanismus.
 - c) musí se jednat o bezpečnostní tlačítko: zamáčknout/vytáhnout. Musí být nainstalováno tak, aby:
 - I. Z pozice ZAPNUTO, zatlačením na vypínač, vypnulo zapalování a všechna palivová čerpadla
 - II. Z pozice VYPNUTO, vytažením vypínače, umožnilo napájení zapalování palivová čerpadla
 Povoleny jsou i spínače vyžadující otočení, či otočení a vytáhnutí.
 - d) mohou pracovat skrze relé.
- ve vozidle musí být nainstalován systém tří tlačítek zastavení provozu
- stisknutí některého z tlačítek zastavení provozu se musí otevřít elektrický obvod odpojením akumulátoru
- každé tlačítko zastavení provozu musí být buďto stlačné/vytahovací nebo stlačné-otočné
- jedno tlačítko musí být umístěno na každé straně vozidla v zadní straně prostoru pro řidiče přibližně v úrovni hlavy řidiče. Minimální průměr tlačítka na každé straně vozu je 40 mm. Mezinárodním elektrickým symbolem je červená jiskra na modrém trojúhelníku s bílými hranami – tento symbol musí být v blízkosti tohoto tlačítka
- jedno tlačítko vypnutí musí být v kokpitu. Minimální povolený průměr je 24 mm. Mezinárodním elektrickým symbolem je červená jiskra na modrém trojúhelníku s bílými hranami – tento symbol musí být v blízkosti tohoto tlačítka. Musí být umístěno tak, aby jej řidič mohl snadno ovládat i ve stavu nouze nebo v panické situaci. Musí být v dosahu zapásanému řidiči – vedle volantu a to bez toho, aby volant, či jakákoliv jiná část překážela při manipulaci s ním. Doporučuje se umístění na stejnou stranu jako řadící mechanismus.
- tyto tlačítka nesmí být snadno odstranitelná

3.2 Požadavky na konstrukci volantu ze strany týmu FSAE VŠB Ostrava

- tlačítka v dashboardu
- vlastní volba polotovaru pro multifunkční volant dle ergonomického posouzení
- dashboard dle zadání rozebíratelně uložen ve volantu
- zástavba původního pouzdra dashboardu z motocyklu Yamaha FZ6
- napájení pružným kabelovým svazkem
- nároky na vodotěsnost dle normy IPX8

3.3 Cíle a očekávané výstupy

1. Kompaktní multifunkční volant splňující veškeré požadavky
2. Návrh kabelového svazku pro napájení a přenos informací
3. Návrh řešení tlačítek a ovládacího obvodu startu a zhášení motoru

3.4 Využití počítačových her při návrhu koncepce volantu

Formulové hry na počítače a herní konzoly se snaží napodobit volanty jednotlivých stájí a pokoušejí se zachytit veškeré novinky a detaily. Někteří profesionální hráči jsou dokonce podle volantu schopni rozeznat rok vydání hry. V několika hrách lze však zvolit druh volantu, v některých z nich je dokonce možné navolit rozmístění ovládacích prvků – některé na volantu, některé na kokpitu, popřípadě po okrajích obrazovky, aby měl hráč, stejně jako skutečný jezdec, co nejlepší přehled o tom, co se děje na trati.

Já jsem toto nastavení vyzkoušela také. Ve hře Live For Speed jsem měla možnost zvolit polohu všech akčních členů. Při prvním rozmístění jsem si zvolila úzký informativní displej a LED diody pro indikátor řazení na kokpitu a na volantu jsem si rozmístila pouze spínače. Při následné jízdě jsem ale zjistila, že mi není příjemné, že si natáčením volantu při průjezdu zatáčkou zakrývám indikátor řazení. Pro další jízdu jsem zvolila jiné rozmístění; větší displej uprostřed volantu a spínače okolo něj. S tímto rozmístěním se však objevil nechtěný problém: na volant se mi nepodařilo vměstnat všechny hrou požadované spínače. Přešla jsem tedy k další možnosti a to k výběru úzkého informačního displeje a LED diodovým indikátorem řazení na horní části volantu, spínače

jsem rozmístila po zbylé ploše volantu. Umístění informačního displeje a diodového pásu mi po zkušební jízdě plně vyhovovalo, jen jsem mezi následujícími jízdami upravovala rozmístění jednotlivých spínačů. Při hraní jsem sledovala, po kterých spínačích mé virtuální ruce sahají nejčastěji. Poté jsem si vyzkoušela stejné pohyby na mnou vybraném polotovaru. Jakmile mi nebyl některý z pohybů přirozený, umístila jsem spínač na jiné místo.

Konečné umístění informačního displeje, LED diodového indikátoru řazení i jednotlivých akčních prvků bylo podobné, jako je možné vidět na obrázku číslo 10.



Obrázek 10: Pohled z kokpitu ve hře F1 2013 [7]

Další inspirací pro volant studentské formule mohou být ovladače k těmto konzolím a počítačům. Tyto volanty mají na rozdíl od volantů vozů Formule 1 podstatně méně ovládacích prvků. Mezi významné výrobce na poli ovladačů ve tvaru volantu patří Thrustmaster, Logitech, Genius a Tracer. Ovladače mohou mít k volantu také další přídavné části – pedály (brzda-plyn, nebo spojka-brzda-plyn), řadicí páku, popř. pádla pod volantem. Ovladače těchto výrobců jsou určeny převážně pro počítače a herní konzole Xbox360 a PlayStation, který je vidět na obrázku č. 11. Počítače ovšem s těmito ovladači mívají často problém, protože ovladače nefungují ke všem hrám správně. Pokud

si hráč zakoupí ovladač k herní konzole, je možné, že se mu nepodaří volant vůbec nainstalovat.



Obrázek 11: Ovladač k herním konzolám a PC, Thrustmaster T500 RS [8]

3.5 Volba uspořádání ovládacích prvků multifunkčních volantů

Pokud bychom mněli srovnat volanty jiných studentských formulí zjistíme, že většina z nich je vyráběná speciálně pro tento účel. Studenti týmů si sami vyráběli jak tělo volantu, tak i informační jednotku. Na obrázku č. 12 je možné vidět volant formule Českého vysokého učení technického v Praze. Na obrázku 13 je řešení volantu a informační jednotky, kterou zvolili studenti University of Sydney.



Obrázek 12: Volant Formule Student ČVUT v Praze [12]

Volant Formule Student týmu z ČVUT byl vyroben z polymeru a vytvořili si k němu i vlastní informační jednotku. Byla umístěna na střední a horní část volantu a zabírá téměř celou jeho plochu.

V porovnání s tímto volantem je volant týmu University of Sydney podstatně jiný. Tento tým se rozhodl pro koupi volantu značky MOMO, k jeho zadní části připevnili platformu s tlačítky pro start a zhášení motoru. Poměrně velký vlastní informační displej a indikátor řazení v podobě LED diod umístili na kokpit za volant.



Obrázek 13: Volant a informační jednotka Formule Student University of Sydney [13]

Při zahájení práce na studentské formuli byla původní idea taková, že si volant navrhnu a necháme jej vyrobit z karbonu. Především z důvodu nedostatku času, kvůli ostatním komponentům, jako je například dashboard, a také z finančních důvodů a jednoduchosti jsme přistoupili na koupi volantu z katalogů dostupných na internetu.

Výběr polotovaru pro multifunkční volant

Vzhledem k předepsaným vzdálenostem volantu od předního oblouku a ke konstrukčnímu řešení předního oblouku bylo nutné vybírat volant ze škály modelů s maximálním průměrem 270 mm. Předem jsme měli i dashboard, který má na šířku 169,2 mm, takže byla potřeba přihlížet i na minimální rozměr.

Při vybírání jsem se zaměřila na volanty výrobců sportovních komponentů, jako jsou Sparco, MOMO, OMP, Isotta, Jom, QSP, TSP, Victor a další.

Jeden z prvních modelů, který jsem vzala v úvahu, byl volant MOMO 12/C. Šířka tohoto modelu je 250 mm, takže by vyhovoval, ale řízení Dark Angelu je uzpůsobeno tak, aby bylo volantem možné otočit na dvě a půl otáčky. Tento volant nemá celý věnec, což by mohlo při přehmatávání vadit a také, ze stejného důvodu, jej není možné v soutěži FSAE použít. Tyto dva fakty vedly k rychlému zamítnutí volantu a jeho vyřazení z výběru.



Obrázek 14: MOMO 12/C [15]

Další z možností byl volant Sparco P270 jehož průměr je 270 mm. Tento model má plný, kulatý věnec, ale vzhledem k velikosti věnce jsem se rozhodla zkusit najít volant, který by svými rozměry vyhovoval víc.



Obrázek 15: Vlevo Sparco P270 [16]; vpravo MOMO 12 Formula [17]

Velký zájem ve mě vzbudil volant MOMO 12 Formula. Jedná se prakticky o MOMO 12/C, akorát s plným věncem. Dokonce se tento volant vyrábí ve dvou velikostech a to o průměrech 250 mm a 260 mm. Ale ani po zdlouhavém hledání jsem volant nenašla na českém trhu a objednávka z Velké Británie či Spojených států by s sebou nesla nepříjemnosti, jako jsou dlouhá čekací lhůta, vyšší cena a navíc ještě navýšená o poštovné. Hledala jsem tedy i jiné možnosti.

Ekvivalentem je volant OMP Indy s rozměry 250 x 200 mm a velmi podobný je volant OMP Formula Quadro. Má plný věnec o rozměrech 250 x 230 mm a je dole zploštělý. Oba volanty splňují požadavky na rozměry předního oblouku i dashboardu a jsou dostupné na českém trhu. Při výběru rozhodovala cena a také fakt, že do volantu OMP Formula Quadro bude jednodušší zasazení dashboardu. Vzhledem k výše uvedenému jsem se rozhodla použít jako základ své práce volant značky OMP model Formula Quadro.



Obrázek 16: Vlevo OMP Indy [18]; vpravo OMP Formula Quadro [19]

Tabulka 1: Porovnání cen vybraných volantů

Značka	Model	Rozměr [mm]	Cena [Kč]
Sparco	P270	Ø 270	5066
MOMO	12 Formula	Ø 250 (260)	5457
OMP	Indy	250 x 200	5490
OMP	Formula Quadro	250 x 230	3150

přepočet

4 RYCHLÉ UPÍNÁNÍ VOLANTU A INSTALACE DASHBOARDU

Podle pravidel SAE musí být možné vůz opustit za 5 sekund. Pro snadnější vystoupení z vozidla se používá odepínací volant. Toto řešení můžeme vidět u všech typů formulových vozů. Na tom, jak rychle dokáže jezdec opustit vozidlo, se z velké části podílí tvar karoserie a také rychlost odepnutí volantu, proto je nutné zvolit a použít vhodné komponenty.

4.1 Rychlé upínání volantu

Na trhu existuje velká spousta výrobců, kteří se zaměřují na výrobu rychloupínacích zařízení. Mezi nejznámější a nejlépe hodnocené patří výrobci Sparco, D1 Spec, MOMO, NRG, Netami a další.



Obrázek 17: Rychlospojka značky Sparco s uložením přes kuličkové ložisko [21]

Princip upínání je u všech druhů rychlospojek více méně stejný. K dostání jsou nejčastěji rychlospojky se dvěma či třemi zabezpečovacími způsoby. Mechanismus disponuje těmito způsoby: první spočívá v přitáhnutí horního kroužku směrem k sobě a druhý v tom, že obě části musejí být v jediné určité poloze, jinak nedojde k jejich vzájemnému zacvaknutí. Nasazení obou částí na sebe je uskutečněno pomocí nízko otáčkového suchého kuličkového ložiska, tento příklad je vidět na obrázku číslo 17.

Další možné uchycení je realizováno prostřednictvím tisícíhranu, který je vidět na obrázku číslo 18. Třetí zabezpečující prvek spočívá v tlačítku. Pokud není toto tlačítko zmáčkuto, není možné k sobě přitáhnout horní kroužek a tudíž jej dostat do polohy, která by uvolnila horní část. Systém spojovacího mechanismu se třemi bezpečnostními prvky je pravděpodobně bezpečnější, na druhou stranu nevýhodou může být delší doba odepínání volantu z důvodu prodlevy, která vzniká při pokusu o nahmatání tlačítka stahující ložisko. Jak toto tlačítko vypadá, je znázorněno na obrázku číslo 19.



Obrázek 18: Rychlospojka značky Sparco s uložením přes tisícíhran [22]

Při vybírání vhodné rychlospojky je nutné zvážit hned několik faktorů. V první řadě je to určitě velikost. Musí být možné rychlospojku spojit s volantem. Většinou je tak učiněno pomocí tří anebo šesti kotvících děr o daných roztečích. Spoustu rychlospojek je možné ukotvit jak pomocí tří, tak pomocí šesti šroubů, protože nabízí obě varianty.

Jestliže je požadováno co možná nejrychlejší odepnutí volantu, je potřeba zvážit počet bezpečnostních prvků rychlospojky. Tímto se dostáváme k dalšímu možnému kritériu, kterým je velikost a provedení vrchního kroužku. Jestliže má volant velký průměr, může být obtížné na vrchní kroužek dosáhnout a stlačit jej pouze konečky prstů. Mezi další faktory lze zahrnout například celkovou výšku rychlospojky.

Pro náročnější osoby či týmy je samozřejmě možné si vybrat z velké škály nabízených barev a jejich různých kombinací.



Obrázek 19: Rychlospojka značky NRG s bezpečnostním tlačítkem [23]

Ze začátku jsem uvažovala nad výše zobrazenými rychlospojkami značky NRG či Sparco. Nakonec jsme se se studentem, který mněl na starosti sloupek řízení dohodli, že bude lepší vybrat rychlospojku stejného typu, jakou je možné vidět na obrázku 18, tudíž s nasazením přes tisícíhran. Důvodem našeho rozhodnutí byla celková výška a možnost výběru upevnění přes tři, či přes pět bodů. Největší váhu při tomto výběru měla cena produktu. Rychlospojka značky Sparco (na obrázku číslo 16) stojí průměrně 3750 Kč, cena rychlospojky značky NRG (obrázek 19) se pohybuje okolo 4600 Kč. Jelikož jsme se, jak už bylo výše zmíněno, kvůli její výšce rozhodli pro rychlospojku z obrázku číslo 18, musela jsem najít cenově nejpríjemnější alternativu. Tento typ rychlospojky značky Sparco se pohybuje cenově okolo 7500 Kč. Je však možné najít i levnější s cenou kolem 2000 Kč, takže bylo nutné porovnat výhody a nevýhody jednotlivých značek ve vybrané cenové relaci.

Pro spojení volantu s vozem jsem tedy vybrala navařovací rychlospojku značky Turn One, kterou je vidět na obrázku č. 20. U porovnávání tato rychlospojka zvítězila díky několika faktorům najednou. Cena této rychlospojky je ve většině obchodů okolo 2000 Kč, odstranění a opětovné nasazení volantu na tyč řízení je velmi rychlé, umožňuje dvojí uchycení volantu, jelikož disponuje šesti kotvícími děrami o rozteči 70 mm a zároveň také třemi kotvícími děrami o rozteči 44 mm. Výrobce navíc deklaruje, že rychlospojka je vhodná pro volanty značek Turn One, Oreca, Sparco, MOMO a také OMP, což je značka volantu, který jsem vybrala já. Kromě rozteče s sebou rychlospojka nesla další požadavek; rychlospojku je nutné navařit na tyč řízení o vnějším průměru 19 mm a vnitřním průměru 9 mm. Při rozhodování jsme také přihlíželi k faktu, že jiné univerzity zapojené do soutěže Formula Student použily stejný typ rychlospojky.



Obrázek 20: Rychlospojka Turn One [20]

4.2 Dashboard

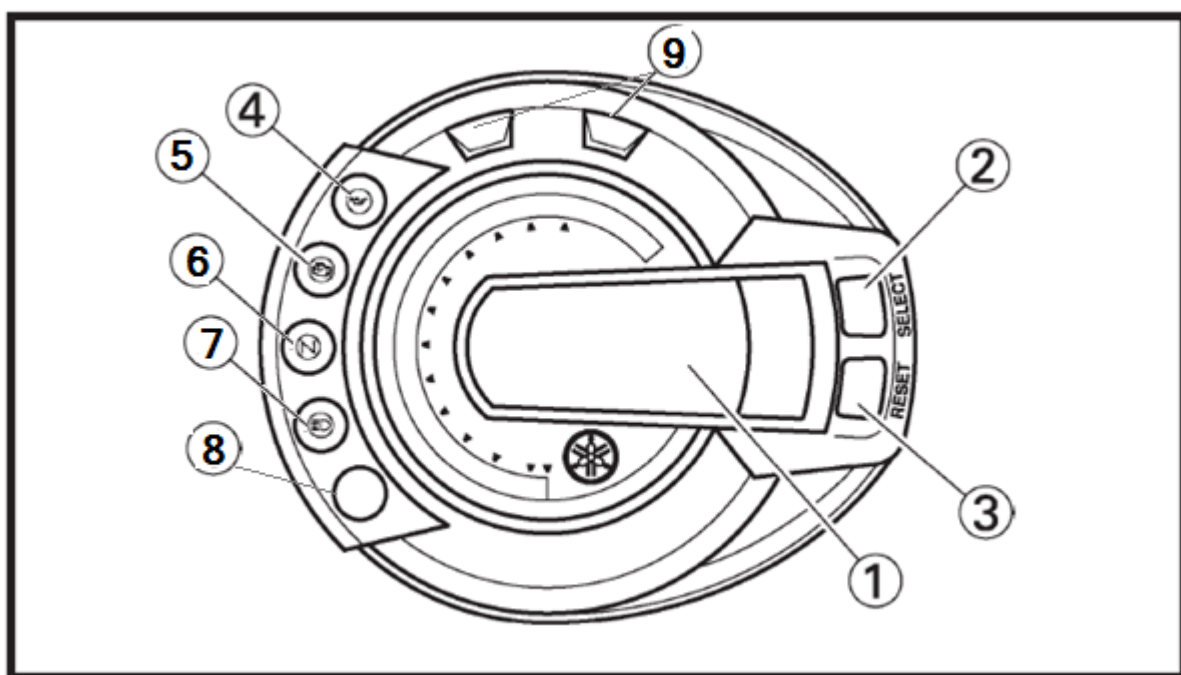
Dashboard je v podstatě přístrojová deska, kterou můžeme vidět v automobilech nebo letadlech. Musí poskytovat všechny potřebné informace pro řízení na omezeném prostoru. Kromě aktuálního stavu, jako je rychlost, teplota motoru, výška letu a tak podobně, musí řidiče, popř. pilota, informovat o odchylkách, jakými jsou na příklad nedostatek oleje a paliva, závada na motoru atd. Zároveň je důležité, aby sdělované informace a signalizace byly přehledné, snadno čitelné a pochopitelné. Sice se předpokládá, že je řidič/pilot seznámen s významy jednotlivých ukazatelů, přesto se na celém světě používají stejné, nebo alespoň přibližně podobně vypadající indikátory. Jako příklad lze uvést kontrolku motoru: kontrolka má vždy tvar motoru a při závadě svítí oranžově. Dalším příkladem může být kontrolka mazání motoru: vždy ve tvaru olejníčky s kapkou, při poruše svítí červeně.



Obrázek 21: Přístrojová deska automobilu [14]

Vzhledem k tomu, že jsme do formule použili motor a řídicí jednotku z motocyklu Yamaha FZ6-SS, rozhodli jsme se ponechat i její dashboard. Na řídítkách motocyklu není tolik místa ve srovnání s automobilem, kde je prostor pro přístrojovou desku značně větší. Je tedy nutné vměstnat všechny důležité informace na daleko menší prostor. Na rozdíl od automobilu také musí stačit pouze vizuálně sdělené informace. Při jízdě v autě řidiče na vzniklou závadu či odchylku upozorní pravděpodobně nejdříve zvukový signál, až poté si všimne svítící kontrolky. Při jízdě na motorce jsou zvukové podněty zbytečné, jelikož je řidič s nasazenou přilbou neslyší. Je to částečně kvůli přilbě a částečně díky všemu ruchu a šumu okolo něj, které jsou v důsledku hluku motoru samotného motocyklu, narážejícího vzduchu a větru a v neposlední řadě také ruchem provozu okolo řidiče, způsobeným projíždějícími dopravními prostředky. To vede k výsledku, že z hlediska bezpečnosti je potřeba, aby si řidič motocyklu mnohem více hlídal svůj dashboard, ale také k tomu, že je velmi důležité, aby byl celý dashboard a jeho ukazatele co nejpřehlednější.

Náš dashboard, disponuje všemi potřebnými kontrolkami a multifunkčním displejem:



Obrázek 22: Zadaný model dashboardu Yamaha FZ6-SS [25]

1. Multifunkční displej
2. Tlačítko „SELECT“

3. Tlačítko „RESET“
4. Kontrolka oleje
5. Kontrolka motoru
6. Kontrolka neutrálu
7. Kontrolka světel
8. Imobilizér
9. Směrové ukazatele

Model dashboardu je v příloze C.

Pro náš provoz však nejsou podstatné všechny výše zmíněné funkce, například formule nebude vybavena směrovými světly, a tudíž jsou ukazatele směrových světel naprosto zbytečné. Proto jednoduše nebudou zapojeny. Mezi nezapojenými komponenty jsou: kontrolka světel, imobilizér, směrových ukazatelů. Vzhledem k rozdílné velikosti kol formule a motocyklu, ze kterého je dashboard vzat, nebude odpovídat zobrazovaná rychlost reálné rychlosti.

Nejprve se zaměřím na všechny funkce, které dashboard zvládá od výroby a na jeho možnosti nastavení.

Multifunkční displej je vybaven následujícími prvky:

- tachometr (ukazuje aktuální rychlost jízdy)
- počítadlo ujetých kilometrů (registruje celkový počet ujetých kilometrů vozidla)
- dvě denní počítadla kilometrů (zaznamenávají ujetou vzdálenost v kilometrech od posledního vynulování)
- vzdálenost do vyprázdnění nádrže (udává přibližnou vzdálenost, kterou motocykl ujede na zbývajícím palivu v nádrži)
- otáčkoměr (ukazuje aktuální otáčky klikové hřídele)
- ukazatel paliva
- ukazatel teploty chladicí kapaliny
- hodiny
- teplota nasávaného vzduchu
- vlastní diagnostické zařízení



Obrázek 23: Foto dashboardu Yamaha FZ6-SS [26]

Nastavení dashboardu

Samozřejmě je velmi důležité si dashboard a multifunkční displej před první jízdou správně nastavit. Před použitím tlačítek „SELECT“ a „RESET“ je potřeba si zkontrolovat, zda je klíč v pozici „ON.“ Tento dashboard lze také nastavit do jednotek používaných ve Velké Británii, tudíž míle za hodinu. Toto nastavení se týká tachometru a počítadel ujetých kilometrů. Přepnutí docílíme zmáčknutím a přidržením tlačítka „SELECT“ po dobu nejméně dvou sekund.

Jako ukázkou práce s dashboardem jsem zvolila základní nastavení:

Režimy počítadla kilometrů, denního počítadla kilometrů a otáčkoměru

Stlačením tlačítka „SELECT“ se vybírá zobrazení mezi počítadlem kilometrů „ODO“ a režimy denních počítadel kilometrů „TRIP 1“ a „TRIP 2“ a režimu otáčkoměru „E“ a to stlačením tlačítka v následujícím pořadí:

ODO → TRIP 1 → TRIP 2 → (TRIP F) → E → ODO

Pokud zůstane v nádrži přibližně 3,6 l paliva, měrka v nádrži to zaznamená a ukazatel paliva začne blikat. Počítadlo kilometrovníku se v takovéto situaci automaticky přepne do režimu vzdálenosti do vyprázdnění nádrže „TRIP F“ a začne počítat ujetou vzdálenost od tohoto okamžiku. V případě stlačení tlačítka „SELECT“ se přepne zobrazení mezi různými režimy denních počítadel kilometrů a počítadla kilometrů. Stlačení musí proběhnout v následujícím pořadí:

TRIP F → E → ODO → TRIP 1 → TRIP 2 → TRIP F

K vynulování počítadla kilometrů je nutné stlačit tlačítko „SELECT“ a poté stisknout tlačítko „RESET“ a podržet nejméně jednu sekundu. Pakliže řidič neresetuje vzdálenost do vyprázdnění nádrže ručně, resetuje se automaticky a zobrazení se vrátí do předchozího režimu po natankování a ujetí 5 km (3,1 mil).

Režim otáčkoměru

Zobrazuje digitální údaj o otáčkách motoru v oblasti počítadla ujetých kilometrů.

Ukazatel teploty nasávaného vzduchu

Je-li zobrazeno „ODO,“ stisknutí a přidržení tlačítka „SELECT“ po značně dlouhou dobu, umožňuje přepínání mezi hodinami a ukazatelem teploty nasávaného vzduchu. (Zobrazení hodin se aktivuje, když je hlavní vypínač v poloze „OFF“).

V režimu úpravy nastavení se údaj automaticky změní z hodin (ukazatele teploty nasávaného vzduchu) na otáčky motoru (jeho klikové hřídele).

Režim hodin – nastavení:

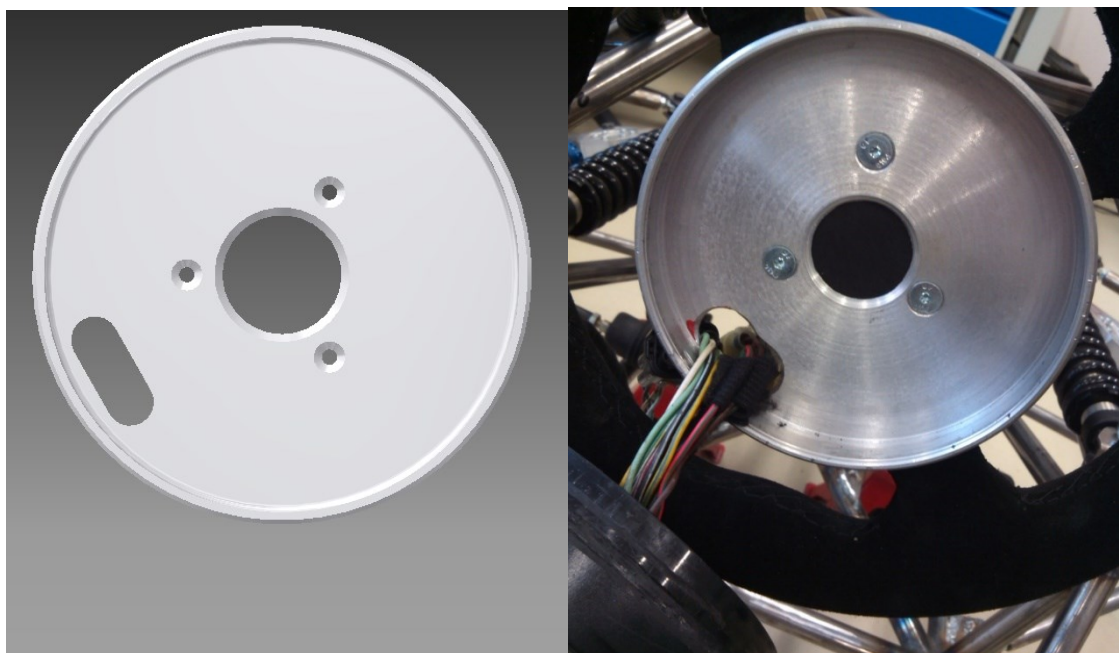
1. Stiskněte tlačítka „SELECT“ a „RESET“ zároveň po dobu nejméně dvou sekund.
2. Ve chvíli, kdy začnou číslice hodin blikat, stiskněte tlačítko „RESET“ pro nastavení hodin.
3. Stiskněte tlačítko „SELECT“ a číslice představující minuty začnou blikat.
4. Stiskněte tlačítko „RESET“ a nastavte minuty.
5. Stiskněte tlačítko „SELECT“ a poté uvolněte, spustíte hodiny.

4.3 Funkce vlastní diagnostiky

Elektronická řídicí jednotka je vybavena systémem vlastní diagnostiky pro palivový systém a olejový systém. Je-li v jednom z těchto systémů zjištěna závada, zobrazí se jejich příslušný kód skrze kontrolku.

4.4 Uchycení dashboardu k volantu

Dashboard byl k volantu přichycen pomocí hliníkového držáku, který přesně kopíruje tvary dashboardu. Stačilo tedy dashboard do držáku silou zasunout, bez potřeby dalšího spojení. Volant je přichycen pomocí tří šroubů k rychlospojce – tyto šrouby prochází také hliníkovým držákem dashboardu. Model držáku a jeho uchycení je vidět na obrázku č. 24.



Obrázek 24: Uchycení držáku dashboardu k volantu

4.5 Propojení dashboardu s palubní sítí vozidla

Již existující dashboard bylo potřeba propojit s palubní sítí vozidla. Z dashboardu původně vystupuje 10 vodičů, po přidání tlačítka na zhášení motoru přibyl jeden vodič navíc. Kabel s jedenácti žilami není možné koupit, jedině vyrobit na zakázku. Jeden z požadavků na toto propojení byl, že kabelový svazek musí být pružný.

Firma Baude Kabeltechnik s.r.o. nabízí výrobu kabelů na zakázku. Po konzultaci s jejich pracovníky mi bylo doporučeno vybrat nejbližší vyšší počet žil, tedy 12. Pro toto spojení jsem tedy vybrala dvanácti žilový kroucený kabel výše zmíněné firmy.

5 SPÍNAČE PRO START A ZHASNUTÍ MOTORU

Dle pravidel jsou nutná dvě tlačítka pro ovládání motoru. Jedno spínací pro nastartování motoru a jedno rozpínací, pro vypnutí motoru. Uvedená tlačítka by měla být: zelené pro start a červené pro vypnutí motoru. Jejich umístění musí být na volantu.

V průběhu návrhu jsem uvažovala nad několika variantami jak a kam tyto spínače umístit. Původně bylo vše zamýšleno tak, že bude jeden spínač na každé straně volantu. Bohužel vzhledem k velikosti volantu a dashboardu na něm umístěném, není možné toto rozmístění použít, poněvadž by jezdec ve formuli při řízení měl o tyto spínače neustále opřené ruce, což nepřichází v úvahu. Bylo tedy nutné původní návrh přehodnotit a vymyslet něco jiného.

Jelikož tlačítka musí být na volantu a na něm už, díky dashboardu, není místo, jediným možným řešením, které se nabízí, je umístit spínače přímo na dashboard. Ani toto řešení však nebylo jednoduché, protože tlačítka nesměla být příliš velká, aby se rozměrově vešla.

Při výběru spínačů bylo důležité přihlédnout k požadavkům. Tlačítka musí být:

- bez aretace
- vodotěsné
- max. průměr 15 mm

Skloubit tyto tři faktory s požadavkem cenové dostupnosti a požadavkem na spínací a rozpínací kontakt, nebylo jednoduché. Další omezující podmínka byla najít tlačítka v blízké lokalitě, aby bylo možné se na ně fyzicky podívat a hlavně zakoupit v krátkém časovém intervalu. V případě, že by nebylo možné najít spínací a rozpínací kontakt, je konstrukčně možné vložit do obvodu relé, které bude přerušovat obvod.

Hledání jsem začala přes internetový obchod GES Electronics s kamennou prodejnou v Ostravě. Do seznamu vybraných se jako první zapsalo plastové tlačítko s označením DT 6/2P, které se vyrábí pouze ve spínacím provedení, přičemž největší rozměr tlačítka je 11,4 mm a je k dostání v červené i zelené barvě, jmenovité napětí 250 V, jmenovitý proud 0,01 A, cena za jedno tlačítko činí 26,10 Kč.

Mezi další vybraná místa k zakoupení byl vybrán internetový obchod GME, taktéž s prodejnou v Ostravě. Prvním vybraným v tomto obchodě se stal spínač Antivandal značky Hongbo. Spínač je možné zakoupit v červené a zelené barvě (podsvícený obvod), je vyroben z poniklované mosazi, pouze ve spínacím provedení a jeho největší průměr je 12 mm. Jmenovité napětí je 35 V, jmenovitý proud 0,01 A a cena za jeden kus je 95 Kč. Druhé tlačítko, nad kterým jsem v tomto obchodě uvažovala, bylo tlačítko značky Highly s označením P-DTE6RT, které je k dostání pouze ve spínacím provedení (jednopolový, ON-OFF), v červené i zelené barvě a jehož největší průměr je 11,4 mm, jmenovité napětí 35 V, jmenovitý proud 0,01 A a s cenou 13,44 Kč/ks. Tento spínač byl zavrhnut z estetických důvodů. Hmatník spínače je čtvercový a při pohledu na dashboard, který má oblé tvary, by spínače moc narušovaly jeho celkový vzhled.

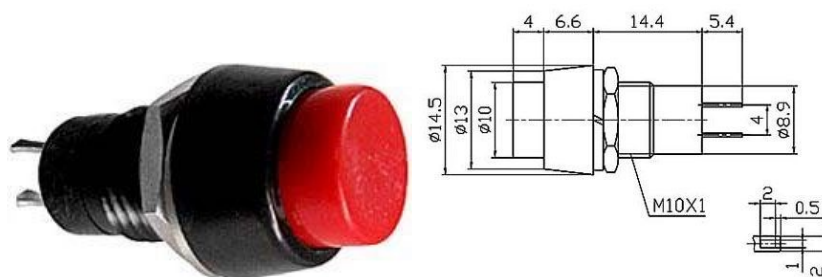
Během prvního hledání vhodných spínačů jsem v okolí nic nenašla a tak jsem se rozhodla poohlédnout se i po čistě internetových obchodech. Doporučovaným obchodem je Conrad.cz, kde mně zaujalo podsvícené tlačítko s krátkým zdvihem od výrobce Marquardt. K zakoupení je pouze ve spínacím provedení, s červeným i zeleným podsvícením s maximálním rozměrem 9,85 mm a jmenovitým proudem max. 0,05 A a jmenovitým napětím 28 V, jehož cena je 44,10 Kč/ks. Požadavkům také vyhovoval polyamidový spínací podsvícený spínač značky SCI Parts. Vyrábí se v červeném i zeleném provedení s montážním průměrem 9,3 mm, spínacím napětím 250 V a maximálním spínacím proudem 0,5 A za 73,90 Kč za kus. Tento typ spínače sice splňoval potřebné požadavky, ovšem jeho malý průměr a velká výška by byly při rychlém spínání nepříjemné. Posledním možným vybraným spínačem v tomto internetovém obchodě bylo miniaturní tlačítko od výrobce Rafi. Provádí se pouze ve spínacím provedení, v různých barvách, montážním průměrem 9,1 mm, spínacím napětím 24 V a maximálním spínacím proudem 0,1 A. Cena za tento spínač je 109 Kč/ks.

Po konzultaci s vedoucím mé bakalářské práce, byly všechny spínače z internetového obchodu bez kamenné prodejny zamítnuty z důvodu nutnosti zakoupení a dodání spínačů do určité doby. Na základě jeho doporučení jsem vyhledala internetové stránky dalšího obchodu s prodejnou v Ostravě – Hadex, spol. s r.o. V tomto obchodě mne zaujal stiskací spínač OFF-ON, jednopolový se jmenovitým napětím 250 V a proudem 1 A. Vyrábí se pouze v červeném provedení a největší průměr tlačítka je 14,5 mm. Cena tohoto tlačítka je 9 Kč za kus.

Tabulka 2: Srovnání cen spínačů

Obchod	Rozměr [mm]	Provedení	Parametry	Cena/Ks [Kč]
GES Electronics	11,4	spínací	250 V / 0,01 A	26
GME	12	spínací	35 V / 0,01 A	95
GME	11,4	spínací	36 V / 0,01 A	13,44
Conrad.cz	9,85	spínací	28 V / 0,05 A	44,1
Conrad.cz	9,3	spínací	250 V / 0,5 A	73,9
Conrad.cz	9,1	spínací	24 V / 0,1 A	109
Hadex	14,5	spínací	250 V / 1 A	9

Při porovnání všech výše uvedených spínačů je jednoznačně nejvhodnější poslední uvedený. Splňuje požadavky rozměrů, je bez aretace a je vodotěsný. Kontakt je bohužel pouze spínací, což ale není neřešitelným problémem, protože do obvodu lze připojit elektromagnetické relé a tak z něj udělat kontakt rozpínací. Také bylo možné koupit spínač pouze v červené barvě – tento problém byl vyřešen natřením tlačítka zelenou barvou. Konečným rozhodujícím faktorem, proč vybrat toto tlačítko byla jeho cena. Vybraný spínač je možné vidět na obrázku číslo 25.



Obrázek 25: Stiskací spínač OFF-ON [27]

Jediné možné umístění tlačítek na dashboard je na pravé straně v oblasti nad a pod tlačítka „SELECT“ a „RESET.“ Bylo tedy nutné dashboard rozebrat. Vzhledem k tomu, že původně jsou přední a zadní část svařeny, musely být tyto části od sebe odříznuty. Do uvedených částí se v horním krytu vyvrtaly díry o průměru 8,9 mm, do kterých byly následně tlačítka zasunuta a od nich vyvedeny vodiče spolu s ostatními, již existujícími vodiči. Následně byl dashboard opět svařen. Během této úpravy došlo také ke zploštění zakulacené pravé strany o několik milimetrů. Plast byl nahřát a stlačen. To bylo provedeno z důvodu ušetření místa pro ruce řidiče. Další provedenou úpravou bylo odřezání zadních výstupků, přes které byl dashboard původně uchycen na řídicích motocyklu a vyhlazení příslušných míst. K úpravě došlo také v místě vyvedení vodičů.

Vystouplé vedení bylo eliminováno a zůstal ponechán pouze výřez, kudy vodiče vedou ven. Tato úprava byla důležitá kvůli upevnění dashboardu na volant.

Spínače jsou uspořádány tak, že spodní tlačítko (41) slouží pro start motoru a horní tlačítko (67) bude motor vypínat. Na obrázku č. 26 nahoře je model dashboardu se spínači. Dashboard po zakomponování spínačů, ještě před konečnou verzí, než byla upravena barva startovacího tlačítka a než byl dashboard spojen se zbytkem formule a zasazen do volantu, je možné vidět na obrázku č. 26 dole.



Obrázek 26: Dashboard se spínači

5.1 Schématické zapojení spínačů

Řešení spínání obvodu s vysokým proudem nízkoproudými spínači ve volantu je možné díky následujícímu:

Do obvodu bylo zapojeno relé. Relé je spínač, který lze dálkově ovládat malým proudem a napětím a slouží pro spínání malých výkonů. Jeho kontakty ovládají další obvody. Relé funguje na principu stykače: přivedením proudu do cívky se vytvoří magnetické pole, které přitáhne kotvu a kontakty se sepnou (popř. přepnou) a tím ovládají obvod, do kterého jsou zapojeny. [30]

Zapojení obvodu pro start motoru

Zapojení obvodu pro start motoru - ovládací tlačítko pouze spíná ovládací obvod relé, které uvádí sepnutím obvodu do činnosti startér motoru.

Zůstalo zachováno stávající spínací relé z původní elektroinstalace motocyklu FZ6, kabely tohoto původního tlačítka byly připojeny k novému tlačítku umístěnému na volantu.

Po sepnutí tlačítka START (41) se přivede napětí na spouštěcí (starting) relé (10). Po sepnutí jím prochází napětí na startovací relé (7) a hlavní pojistku (8). Dojde k nastartování motoru.

Zapojení obvodu pro stop motoru

Využitím relé pro rozpínání obvodu, zajišťujícího běh motoru, je možné rozpojovat více elektronických obvodů nutných pro chod motoru najednou.

Např. zapalovací soustavu, zde ovšem vzniká problém, že při zhašení motoru je stále dodáváno palivo do válců, kde se hromadí. Při dalším startu je pak ve válci příliš bohatá směs. Směs za bohatou označujeme v případě, že je ve směsi oproti optimálnímu množství více paliva a tím tedy menší podíl vzduchu. Nežádoucí účinek bohaté směsi je smývání olejového filmu ze stěn válce. Při častém výskytu se může objevit hned několik následků, jako jsou:

- neúspěšný provoz motoru

- zhoršený odvod tepla z válce motoru
- nedotěsněný prostor ve válci
- zadření pístu

Výše uvedené faktory vedou ke korozi a zadření motoru a tím i k jeho znehodnocení, dále pak k jeho opravám, nebo úplné výměně.

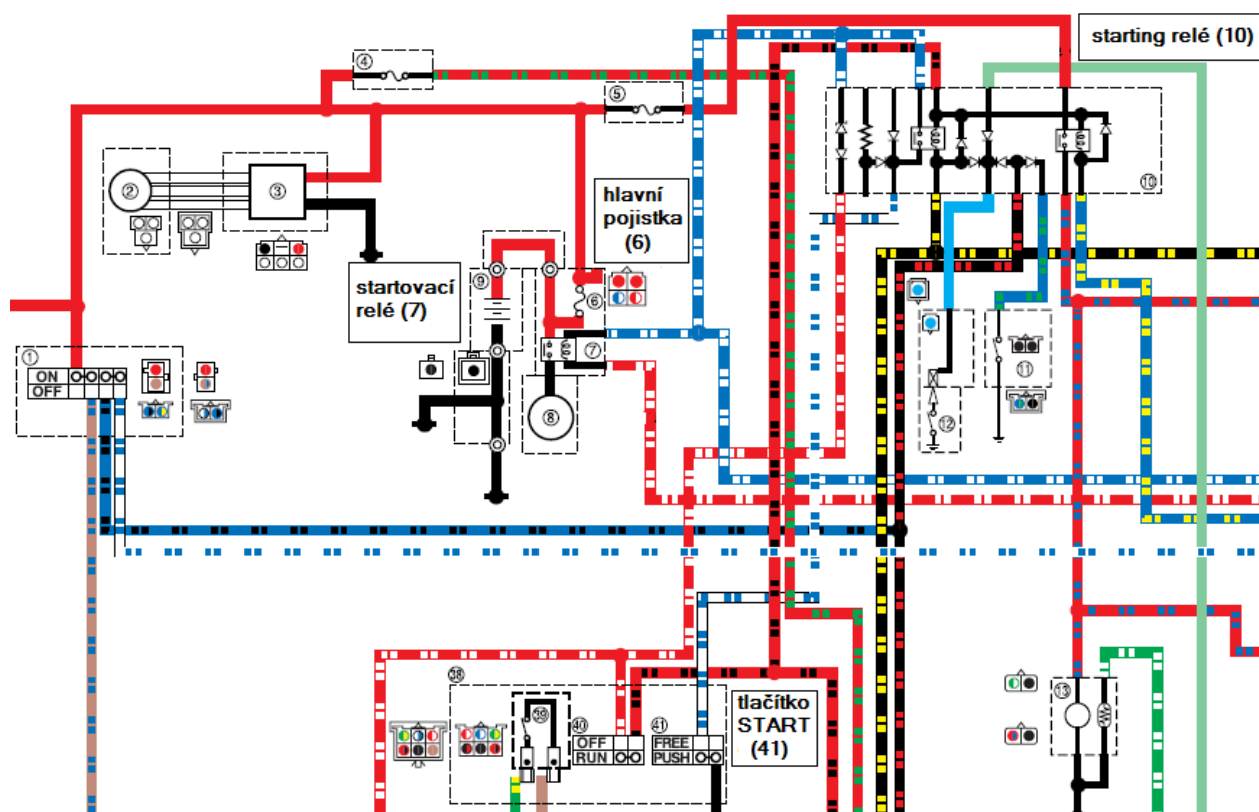
Další možností je rozpojovat palivovou soustavu. Zde je nevýhodou pomalejší odezva na zhášení motoru. Tato prodleva není velká, ale v sacím kanále je nahromaděná směs, která prohořívá i po zhášení. To má vliv na škodlivé emise ve výfukových plynech, protože dochází ke spalování chudé směsi. Směs označujeme za chudou, je-li ve směsi méně paliva a více vzduchu oproti optimu. Chudá směs může způsobit:

- zvýšenou teplotu ve spalovacím prostoru válce, která může přivodit propálení dna pístu
- potíže s chlazením
- detonační hoření
- úbytek výkonu

Výše uvedené následky nejsou pro chod motoru vhodné, či vůbec s jeho chodem slučitelné. Stejně jako následky po spalování bohaté směsi i při spalování chudé směsi dochází ke korozi, přehřívání a zadření motoru. Dále pak k jeho opravám a výměně.

Ideálním řešením je rozpojovat obě soustavy, proto k tomuto řešení bylo přistoupeno i u naší formule.

Původní schéma zapojení dashboardu je možné vidět v příloze H: „FZ6-SS/FZ6-SSC Wiring Diagram.“ Na obrázku číslo 27 je výřez z původního schématu zapojení dashboardu. Na tomto výřezu je možné vidět původní zapojení spínačů.

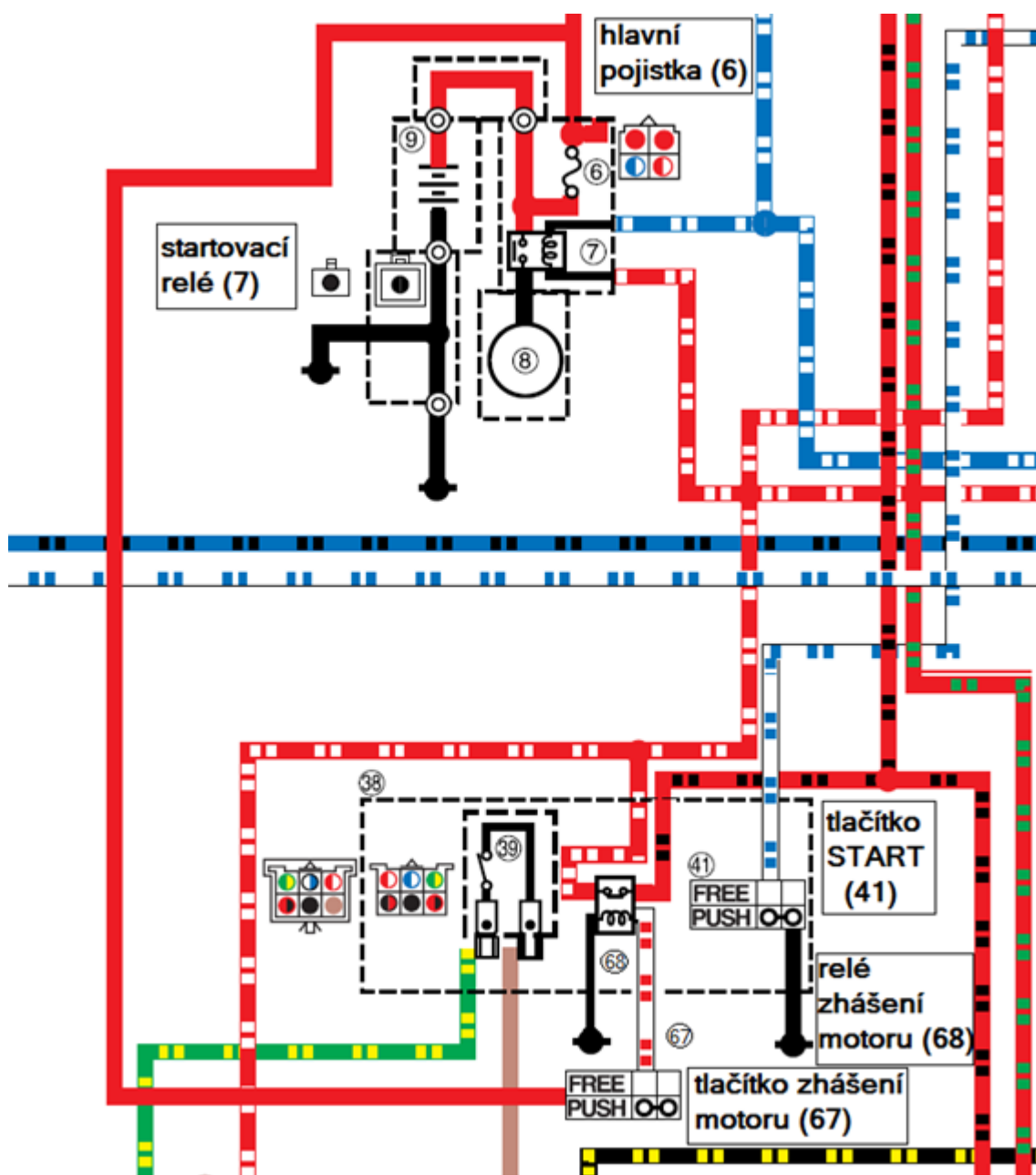


Obrázek 27: Původní zapojení spínačů - výřez ze schématu [25]

Do obvodu bylo přidáno rozpínací relé a stávající tlačítko bylo nahrazeno novým. Funkce tedy spočívá v tom, že na tlačítko zhasnutí motoru (67) je přivedeno napětí 12 – 13 V. Po zmáčknutí tlačítka se pomocí relé rozpojí obvod (červeno-bílý) se spouštěcím relé a dojde ke zhasnutí motoru.

Detail tohoto upraveného zapojení s novým tlačítkem pro zhasnutí motoru (67) a s relé zhasnutí motoru (68) je na obrázku číslo 28.

Relé pro obvod zhasnutí motoru je dáno ovládacím a zároveň palubním napětím 12 V. Pro obvod jsem vybrala relé, které bylo zakoupeno u firmy GES Electronics s označením REL202.

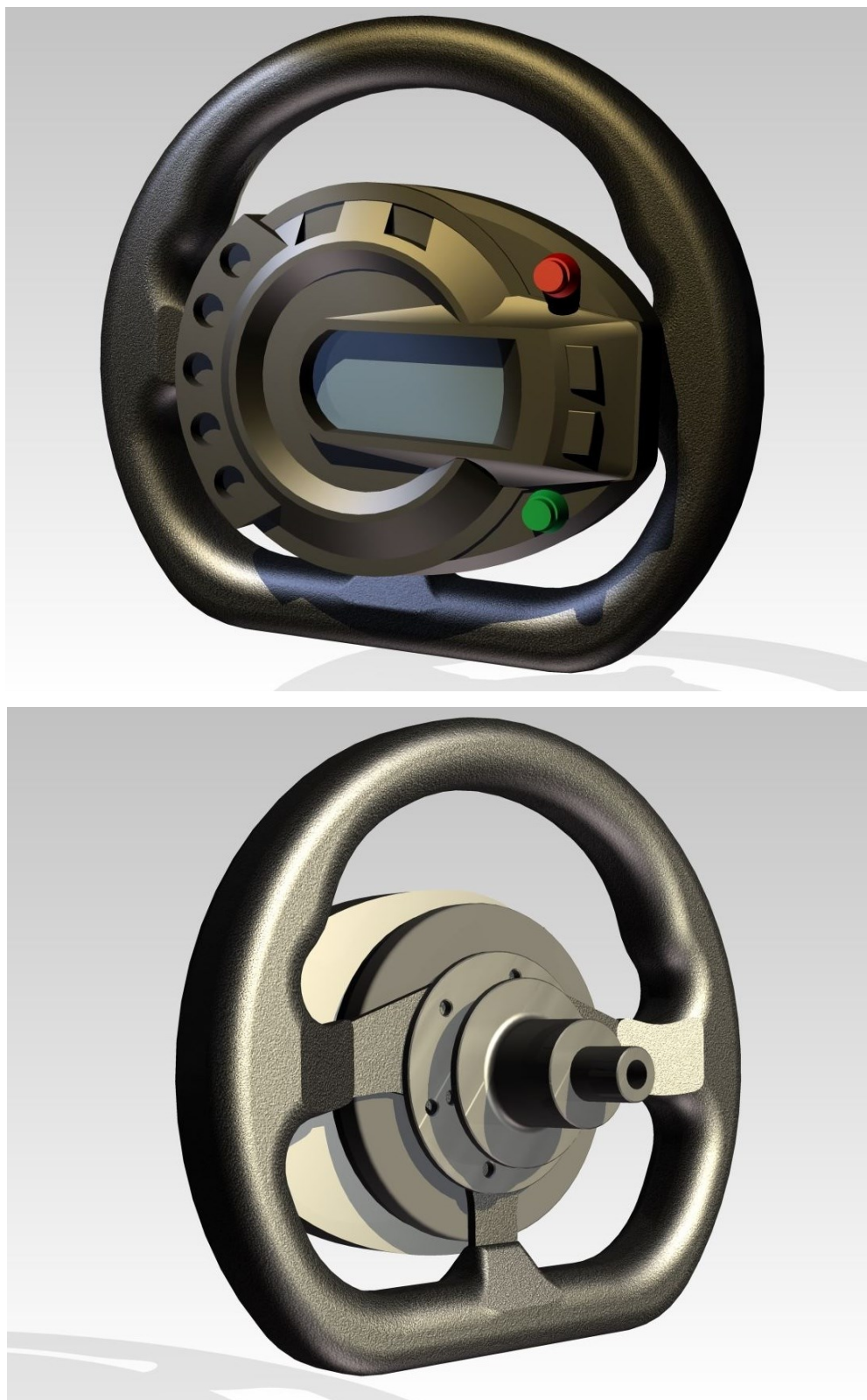


Obrázek 28: Upravený obvod pro zhášení motoru

6 ZHODNOCENÍ

Při zadání mé práce celý tým, včetně mne očekával, že volant s ovládacími prvky a informační jednotkou navrhnu a necháme jej vyrobit. Vzhledem k časové tísní však toto řešení nebylo možné, a tak jsem byla nucena zvolit jinou alternativu. Po delším vybírání z různých možností jsem se rozhodla pro volant značky OMP, typ Formula Quadro. Na řadu přišla výzva v podobě informační jednotky a ovládacích prvků. Díky tomu, že máme ve studentské formuli motor z motocyklu Yamaha FZ6, začala jsem přemýšlet, jak do volantu zakomponovat dashboard z výše zmíněného motocyklu. Bylo nutné přidat také ovládací prvky, respektive spínače motoru. Po dlouhé úvaze jak a kam spínače umístit, jsem se rozhodla přidat je na dashboard. Tím začalo pátrání po spínačích, které vyhovovaly jak rozměrově tak i na požadavky. Spínače byly zakoupeny od firmy Hadex, spol. s.r.o., do dashboardu se ovšem pro jejich instalaci musely vyvrtat díry, do kterých byly spínače následně vloženy. Dashboard se spínači bylo potřeba spojit s volantem – tohoto spojení jsem docílila tak, že jsem na volant šroubovým spojením od rychlospojky připevnila hliníkový držák, který kopíruje tvar zadní strany dashboardu. Dashboard se do tohoto držáku silou zasunul. Díky přesným rozměrům nebylo potřeba dashboard s držákem spojit dalším způsobem. K propojení vozidla s dashboardem byl zapotřebí jedenácti žilový kabel. Tento kabel však není jednoduché zakoupit, protože se jedná o atypický počet žil v jednom kabelu. Po konzultaci se zaměstnanci firmy Baude Kabeltechnik s.r.o. jsem zvolila první vyšší počet žil a zakoupili jsme tedy dvanácti žilový kroucený kabel z jejich nabídky. Posledním úkolem mé práce bylo spojit volant s vozidlem takovým způsobem, aby bylo možné volant odebrat. Na trhu je velká spousta vyhovujících rychloupínacích zařízení. Rychlospojka značky Turn One, která vyhovovala po všech stránkách a patřila mezi levnější, vyhrála tuto volbu. Volant je však na průměr vnějšího kroužku příliš velký a tak by bylo vhodné rychlospojku upravit, aby na vnější kroužek jezdec lépe dosáhl. Řešení problematiky multifunkčního volantu zakoupením hotového kusu a zakomponováním již existujícího dashboardu s sebou neslo několik problémů, např. najít vhodnou velikost volantu, ale také několik výhod. Mezi nimi je samozřejmě nižší cena. Kdybychom měli volant nechat vyrobit, cena by byla mnohonásobně vyšší. Další výhodou je jedinečnost. Všechny multifunkční volanty studentských formulí, na které jsem v průběhu práce narazila, byly víceméně stejné: vlastní navrhnutý volant s vlastní navrhnutou informační jednotkou, či zakoupený volant s vlastní navrhnutou informační jednotkou.

Výslednou sestavu použitých komponentů je možné vidět na modelu vytvořeném v programu Autodesk Inventor v příloze G a na obrázku číslo 29.



Obrázek 29: Model multifunkčního volantu

7 ZÁVĚR

Má bakalářská práce týkající se multifunkčního volantu Formula Student byla velmi zajímavá hned z několika hledisek. Prvním z nich bylo seznámení se s různými postupy a stádií vývoje projektu. Za přínos považuji také nauku práce s programem Autodesk Inventor. Další výhodou bylo, že jsem musela zařídit hned několik věcí – např. vyhledání vhodné firmy ke koupi krouceného kabelu apod., takže jsem se naučila formálně jednat s jinými, do problému nezasvěcenými osobami. Za největší plus však považuji svou zkušenost, začlenění a práci v týmu Formula Student VŠB-TU Ostrava, kde je velmi nutná komunikace a spolupráce mezi členy.

Před termínem odevzdání bakalářské práce ještě nedošlo k úpravě vnějšího kroužku rychlospojky, která by usnadnila odnímání volantu. Tento krok už je pouhým zvýšením komfortu jezdce, proto neměl před dalšími pracemi prioritu. Také nebylo hotové propojení dashboardu a formule pomocí již zakoupeného krouceného kabelu. Je tedy nutné, aby se tento postup dovedl ke zdárnému konci, z důvodu plně funkčních ovladačů a možnosti použití multifunkčního volantu do brzy hotového prvního prototypu formule. Výsledek, který je popsán v mé bakalářské práci plně odpovídá zadání, ve kterém stojí: rozbor problematiky týkající se volantů formulových vozů, návrh multifunkčního volantu, řešení požadavku rychlého upínání volantu a instalace dashboardu.

Předpokládám, že se při první jízdě formule neprokáží na multifunkčním volantu žádné velké nedostatky, které by jej označily za nepoužitelný.

8 LITERATURA

1. Vizualizace formule. In: *Formula Student VŠB-TU Ostrava Czech Republic* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://formula.vsb.cz/portfolio/vizualizace-formule/>
2. FSAE. *Formula Student VŠB-TU Ostrava Czech Republic* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://formula.vsb.cz/fsae/>
3. PAULUS, Luboš. *Multifunkční volant formule student* [online]. Brno, 2011 [cit. 2013-10-12]. ID: 83383. Dostupné z: <https://dspace.vutbr.cz/bitstream/handle/11012/1953/Diplomova%20prace%20-%20Bc.%20Lubos%20Paulus%20-%20elektronicka%20verze.pdf?sequence=1>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Marie Havlíková, Ph.D.
4. OVIDIU, Panzariu. Steering Wheel Williams FW30. In: *Autoevolution* [online]. 2009, 2009-05-27 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.autoevolution.com/news-image/how-to-read-an-f1-steering-wheel-7154-5.html>
5. Steering Wheels 2013. In: *F1 Technical* [online]. 2013, 2013-02-13 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.f1technical.net/forum/viewtopic.php?f=4&t=14662>
6. SAJDL, Jan. Volant F1. In: *Autolexicon.net: ...náskok díky znalostem* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://cs.autolexicon.net/articles/volant-f1/>
7. F1 2013 – Eight New Previews. In: *VirtualR: 100% Sim Racing News* [online]. 2013, 2013-09-24 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.virtualr.net/f1-2013-eight-new-previews>
8. Thrustmaster T500 RS: A Thrustmaster T500 RS review. In: *OpenWheeler* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.openwheeler.co.uk/steering-wheels/thrustmaster/t500-rs/review/>
9. M, Ramoun. Formula SAE, UTA Team race car, 6 Time world champions, UT Arlington campus. In: *Panoramio* [online]. Arlington, Texas, 2007, 2007-03-04 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.panoramio.com/photo/1166273>
10. *2013 Formula SAE® Rules* [online]. 2012, 2013-03-05 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://students.sae.org/cds/formulaseries/rules/2013fsaerules.pdf>
11. VYMAZAL, Roman. *Těhlice vozu kategorie formule SAE* [online]. Brno, 2008 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: https://dspace.vutbr.cz/xmlui/bitstream/handle/11012/6902/diplomov%C3%A1_pr%C3%A1ce.pdf?sequence=2. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. David Svída.
12. ZACH, Jaromír. Volant pro vůz FS.01. In: *CTU CarTech* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.carttech.cvut.cz/combustion/clanek?id=volant-pro-vuz-fs.01>
13. University Of Sydney 2009 Formula SAE FSAE Race Car. In: *The Tuners Group: Precision Engineering & World Class Quality Parts* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: http://www.tunersgroup.com/Cars/usyd_FSAE_2009.html

14. GREIF, Tomáš. Co je dashboard. In: *Analytik dat* [online]. 2013, 2013-02-15 [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://analytikdat.cz/index.php/entry/co-je-dashboard>
15. Volant MOMO Modell 12/C 250mm. *High Performance Parts* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.highperformanceparts.cz/product/15365-volant-momo-modell-12c-250mm>
16. Sparco P270 volant. *Sape.cars.cz* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: http://www.sape-cars.cz/volanty-sparco-p270-volant.php?_ShopSearch%5BSearchType%5D=0
17. MOMO Model 12 Formula Steering Wheel. *MotorSpeed.com* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.motorspeed.com/Momo-Model-12-Formula-Steering-Wheel/cat/14/sub/222/product/2256>
18. Sportovní Volant OMP INDY 250x200mm 3-ramenný - Černá semiš. [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.forcedracing.cz/sportovni-volant-omp-indy-250x200mm-3-ramenny-erna-semis/d-83382/>
19. Sportovní Volant OMP FORMULA QUADRO 250x230mm 3-ramenný - Černá semiš. *Forced Racing* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.forcedracing.cz/sportovni-volant-omp-formula-quadro-250x230mm-3-ramenny-erna-semis/d-83381/>
20. Turn One rychlospojka. *RaceStore.eu: New power in motorsport* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: http://www.racestore.eu/p/turn-one-rychlospojka-1721.html?k_back=v/turn-one-107/interier-31/volanty-130/rychlospojky-200/
21. SPARCO Steering wheel Quick
22. release hub, steering wheel tool for modified car-blue. *Ali Express: Smarter Shopping, Better Living!* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.aliexpress.com/item/SPARCO-Steering-wheel-Quick-release-hub-steering-wheel-tool-for-modified-car-blue/866309794.html>
23. Sparco (Group-N) Steering Wheel Quick Release. *B&B Classic Inc* [online]. [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: <http://www.bbclassicsinc.com/products-page/featured-products/sparco-group-n-steering-wheel-quick-release/>
24. *JHPUSA* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.jhpusa.com/store/pc/viewPrd.asp?idproduct=1355>
25. YAMAHA MOTOR CORPORATION, U.S.A. *FZ6-SS/FZ6-SSC Service Manual*. U.S.A., 2003.
26. 2004 Yamaha FZ6 Picture 19 of 21. In: *MotorcycleUSA.com* [online]. [cit. 2013-12-10]. Dostupné z: <http://www.motorcycle-usa.com/2207/Motorcycle-Photo-Gallery-Photo/2004-Yamaha-FZ6.aspx>
27. Vypínač stiskací OFF-ON 1pólový 250V/1A červený. *Hadex: Audio video* [online]. [cit. 2014-02-25]. Dostupné z: <http://hadex.cz/l430-vypinac-stiskaci-off-on-1polovy-250v1a-cerveny/>
28. NAVRÁTILOVÁ, Eva a Tomáš KOSTKA. *Elektrické přístroje* [online]. Havířov, 2009 [cit. 2014-05-03].

9 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1: Celkový pohled na studentskou formuli VŠB [1]	1
Obrázek 2: Volant Williams FW30 (2009) [4]	2
Obrázek 3: Volant stáje McLaren (2009) [5]	3
Obrázek 4: Volant stáje McLaren (2010) [5]	3
Obrázek 5: Rozmístění ovládacích prvků F1 stáje BMW – Nick Heidfield (2008) [6] ...	4
Obrázek 6: Volant BMW F1.09 - Nick Heidfeld (2009) [3]	6
Obrázek 7: Formule SAE Univerzity Texas v Arlingtonu [9]	8
Obrázek 8: Primární struktura rámu [1]	9
Obrázek 9: Pohled na koncepci formule [10]	13
Obrázek 10: Pohled z kokpitu ve hře F1 2013 [7]	16
Obrázek 11: Ovladač k herním konzolám a PC, Thrustmaster T500 RS [8]	17
Obrázek 12: Volant Formule Student ČVUT v Praze [12]	17
Obrázek 13: Volant a informační jednotka Formule Student University of Sydney [13]	18
Obrázek 14: MOMO 12/C [15]	19
Obrázek 15: Vlevo Sparco P270 [16]; vpravo MOMO 12 Formula [17]	19
Obrázek 16: Vlevo OMP Indy [18]; vpravo OMP Formula Quadro [19]	20
Obrázek 17: Rychlospojka značky Sparco s uložením přes kuličkové ložisko [21]	21
Obrázek 18: Rychlospojka značky Sparco s uložením přes tisícihran [22]	22
Obrázek 19: Rychlospojka značky NRG s bezpečnostním tlačítkem [23]	23
Obrázek 20: Rychlospojka Turn One [20]	24
Obrázek 21: Přístrojová deska automobilu [14]	24
Obrázek 22: Zadaný model dashboardu Yamaha FZ6-SS [25]	25
Obrázek 23: Foto dashboardu Yamaha FZ6-SS [26]	27
Obrázek 24: Uchycení držáku dashboardu k volantu	29
Obrázek 25: Stiskací spínač OFF-ON [27]	32
Obrázek 26: Dashboard se spínači	33
Obrázek 27: Původní zapojení spínačů - výřez ze schématu [25]	36
Obrázek 28: Upravený obvod pro zhášení motoru	37
Obrázek 29: Model multifunkčního volantu	39
Tabulka 1: Porovnání cen vybraných volantů	20
Tabulka 2: Srovnání cen spínačů	32

10 SEZNAM PŘÍLOH

Tištěné přílohy

1. Příloha A: Výkres podložky dashboardu

Datový nosič disk DVD

1. Příloha A: Výkres podložky dashboardu
2. Příloha B: Podložka pro dashboard
3. Příloha C: Dashboard Yamaha FZ6
4. Příloha D: Volant OMP Formula Quadro
5. Příloha E: Rychlospojka Turn One
6. Příloha F: Spínač
7. Příloha G: Sestava: rychlospojka, podložka, volant, dashboard, spínače
8. Příloha H: FZ6-SSFZ6-SSC Wiring Diagram